《心理学报》论文自检报告

请作者填写以下内容，粘贴在稿件的首页。

1. 请以“研究亮点”的形式列出最多三条本研究的创新性贡献，总共不超过200字。
《心理学报》的目标是发表“既科学优秀，又具有广泛兴趣和意义” (be both scientifically excellent and of particularly broad interest and significance)的心理学前沿研究。如果您的研究只有小修小补的贡献，没有尝试开创新的研究领域(new areas of inquiry)或提出独到见解和创新视角(unique and innovative perspectives)，特别纯粹只是研究没有明确心理学问题的算法或技术的工作，这类研究被本刊接受的机会小，建议另投他刊。
答：(1)使用纵向研究设计考察了家庭社会经济地位、各执行功能子成分以及不同数学能力之间的关系。
(2)考察了各执行功能子成分在家庭社会经济地位与当前及未来不同数学能力关系中的中介作用。
(3)拓展了该领域的已往研究，指出执行功能在家庭社会经济地位与数学能力关系中的作用会随执行功能成分类型、数学能力类型及测试时间点而发生变化。

2. 作者已经投稿或发表的文章中是否采用了与本研究相同的数据？如果是，请把文章附上审查。(我们不赞成作者用同一数据发表多篇变量相同的文章，也不赞成将一系列的相关研究拆成多个研究来发表的做法。)
答：作者已投递或发表的文章中没有采用与本研究相同的数据。

3. 管理、临床、人格和社会等领域仅有自我报告(问卷法)的非实验非干预研究，需要检查数据是否存在共同方法偏差(common method bias)。为控制或证明这种偏差不会影响研究结论的效度，你使用了什么方法？采取了哪些措施？(共同方法偏差的有关文献可参见：http://journal.psych.ac.cn/xlkxjz/CN/abstract/abstract894.shtml)基于横断数据，仅有自我报告，仅仅在方便样本中施测，这样的研究数据易取得，但通常创新性价值不大，被本刊接受的机会小。
答：本文属于实验类研究，数据不存在共同方法偏差的问题。

4. 是否报告并分析了效果量(effect sizes；如：t检验：Cohen’s d；方差分析：η^2或η_p^2；标准化回归系数)？(很多研究只是机械地报告了效果量，但没有做必要的分析或说明，如效果量是大中小？有什么理论意义或应用意义？)。(在google中搜索“effect size calculator”，可搜到许多计算方便的APP。效应量的有关解释，中文可参考：http://journal.psych.ac.cn/xlkxjz/CN/abstract/abstract1150.shtml；英文可参看：http://www.uccs.edu/lbecker/effect-size.html
是否报告统计分析的95% CI？(如，差异的95% CI；相关/回归系数的95% CI)置信区间的有关计算和绘图可参考https://thenewstatistics.com/itns/esci/)
答：已报告效应量。

5. 请写出计划的样本量，实际的样本量。如果二者有差别，请写出理由。以往心理学研究中普遍存在样本量不足导致的低统计功效(power)问题，我们建议在论文的方法部分解释您计算及认定样本量的依据。应该以有一定依据的效果量(effect size)、期望的功效来确定样本量，并报告计算用软件或程序。样本量计划的理由和做法可参考 https://osf.io/5awp4/
答：由于本研究采用了纵向追踪的研究设计，其样本量的选择主要参照以往《心理学报》中纵向研究所使用的样本量。例如，张青和王争艳(2022)的研究中样本量为163人；周怡彤等人(2023)的研究中样本量为149人； 成童等人(2022)的研究中样本量为96人。本研究最终保留的被试为185人，其高于同类追踪研究中所使用的被试人数。

6. 假设检验中，如果是零假设显著性检验(NHST)，需报告精确p值而不是p的区间(小于0.001的报告区间，其他报告精确p值)。你的论文是否符合该项要求？如果是贝叶斯因素，是否已报告其对先验分布假定的敏感性？
答：论文中使用零假设显著性检验，并且按照要求报告了精确p值，小于0.001的为p的区间。

7. 为保证论文中数据报告的完备性，统计分析中如果剔除了部分数据，是否在文中报告？原因是什么？包含这部分数据的统计结果如何变化？统计分析中是如何处理缺失数据的？使用量表时是否删除了其中的个别题目？原因是什么？如果包含这部分题目，统计结果会如何变化？是否有测量的项目或者变量没有报告？原因是什么？请写出在论文中的位置。
答：本研究最初共考察193名被试，在纵向追踪中共流失8人，已在文章被试部分(2.1)中

做出了详细的说明。

8. 研究用到的未经过同行评议和审查的实验材料、量表或问卷，是否附在文件的末尾以供审查？如果没有，请写出理由。如果该文发表，您是否愿意公开这些材料与其他研究者共享？
答：实验材料已附在文件的末尾，如果文章发表，愿意公开这些材料与其他研究者共享。

9. 本刊要求作者提供原始数据，请在以下 3 种里选择一种打√：
a)投稿后将数据发至编辑部邮箱 (√)
b)数据可以从如下链接中获得____( )
c)原始数据和程序已在科学数据银行(https://www.scidb.cn/surl/xlxb)上分享 ( )
d)如不能提供，请说明理由或提供有关证明。

10. 您的研究是否是临床干预或实验室实验？ 是( ) 否(√)
如果是，请提供预先备案登记号 ______________________。
如果没有，请说明原因____。
注：临床干预或实验室实验，建议在收集数据前预先备案(pre-register)。也鼓励其他实验研究预先备案。备案要求写出所有的研究假设及其支持，以及实验/干预的详细过程和步骤。本期刊的预先备案网站 https://osf.io/ 或 https://aspredicted.org/。如果您的研究有预先备案，会显著增加被录用的机会。预先备案的重要性可参考 https://osf.io/5awp4/ 。

11. 您的研究如果用到了人类或动物被试，是否得到所在单位伦理委员会的批准？如果是，请把扫描版发至编辑部邮箱。如果否，请说明理由。
答：研究得到所在单位伦理委员会的批准，已将相应证明材料的扫描版发至编辑部邮箱。

12. 是否依据编辑部网站发布的"英文摘要写作注意事项"撰写 400~500 个单词的英文大摘要？英文题目和摘要是否已请英语好的专业人士把关或者已送专业 SCI/SSCI 论文编辑公司修改润色？
答：英文摘要 418 个单词，英文题目和摘要已请英语好的专业人士进行多次把关修订。

13. 如果第一作者是学生，请导师单独给编辑部(xuebao@psych.ac.cn)发邮件，说明已阅读本文并认真把关。是否已提醒导师给编辑部发邮件？(编辑部收到导师邮件后才会考虑进入稿件处理流程)
答：学生为第一作者，已提醒导师向编辑部发送邮件。

14. 请到编辑部网站首页右侧"下载中心"下载并填写"稿件不涉密证明"，加盖通讯作者单位的保密办公章，把扫描件发至编辑部邮箱(xuebao@psych.ac.cn)。如没有保密办公章，请加盖通讯作者的单位公章。是否已发邮件？
答：已将加盖单位公章的"稿件不涉密证明"的扫描件发至编辑部邮箱。

执行功能不同成分在家庭社会经济地位与数学能力关系中的作用：一项追踪研究

摘　要　对 185 名二年级儿童进行历时 20 个月的两波次追踪，考察了二年级的家庭社会经济地位对二、三年级数学运算能力、逻辑思维能力和空间想象能力的预测作用，以及干扰抑制、反应抑制和工作记忆在其中的中介作用。研究发现：(1)二年级的家庭社会经济地位仅对二年级时的三种数学能力具有直接预测作用。(2)家庭社会经济地位可以通过工作记忆的中介作用间接预测二年级的数学运算能力和三年级的逻辑思维能力。这表明执行功能在家庭社会经济地位与数学能力关系中的作用会随执行功能成分类型、数学能力类型及测试时间点而发生变化。

关键词　家庭社会经济地位，执行功能，数学能力，小学低年级儿童，追踪研究

1 引言

数学能力作为认知功能的重要组成部分(Clements & Sarama, 2011)，是指个体获取、加工和保持数字信息的能力(Karsenty, 2014)，其不仅对个人未来的学业成绩具有重要影响(Ten Braak et al., 2022)，还与身心健康及成年后的职业选择存在紧密联系(Bachman et al., 2022; Hackman et al., 2010; Wilkey et al., 2020)。近年来，大量研究已经证实来自高、低家庭社会经济地位的儿童在数学能力上存在明显差距(Blakey et al., 2020; Liu et al., 2020; Waters et al., 2021)，且这一差距或许将随儿童年龄的增长而持续扩大(Blakey et al., 2020)，这致使众多研究者关注于探究家庭社会经济地位对数学能力的作用机制(Waters et al., 2021)。尽管现有研究已发现个体的语言能力(Blums et al., 2017)、自我调节行为(Ng et al., 2021)及家庭和学校中的部分因素(Hackman et al., 2010)均能解释不同家庭社会经济地位水平所导致的数学能力差距，但更多研究证据则一致表明执行功能是解释这一差距的可靠因素(Bachman et al., 2022; Blakey et al., 2020; Dilworth-Bart, 2012; Ng et al., 2021; Waters et al., 2021)。研究者认为，来自低家庭社会经济地位背景的儿童往往处于不利于执行功能发展的环境(如营养不良、过多的暴力接触、贫乏的认知刺激及不良的亲子互动等)(Rosen et al., 2020)，而这将直接负向影响儿童的数学学习，并增加出现数学困难的风险(Blakey et al., 2020; Waters et al., 2021)。

然而，有关执行功能在家庭社会经济地位与数学能力关系中发挥作用的几个

基本问题仍不明确。首先，尽管已有研究已经证实整体的执行功能在家庭社会经济地位与数学能力的关系中起中介作用(Bachman et al., 2022; Dilworth-Bart, 2012; Ng et al., 2021)，但对特定执行功能子成分所发挥的作用仍不明晰。基于近来的研究结果，家庭社会经济地位与不同执行功能子成分之间的联系存在差异(Ellefson et al., 2020; Rosen et al., 2020)，且各执行功能子成分对数学能力的预测作用也表现出不一致(祝孝亮, 赵鑫, 2023; Georgiou et al., 2020; Spiegel et al., 2021)，因而对执行功能不同子成分的全面考察将更有利于阐明家庭社会经济地位与数学能力之间的潜在认知机制。其次，由于多数研究并未考虑数学能力结构的多维性，从而难以揭示家庭社会经济地位通过各执行功能子成分对不同数学能力影响的差异。已往研究发现，家庭社会经济地位与几何及应用问题解决之间的联系要高于数量能力(Beisly et al., 2022)，且各执行功能子成分与不同数学能力之间的联系也存在差异(祝孝亮, 赵鑫, 2023; Georgiou et al., 2020; Yang et al., 2019)。因此，考虑数学能力类型将有助于澄清各执行功能子成分在家庭社会经济地位与不同数学能力关系中的作用机制。最后，未有研究采用追踪设计同时考察家庭社会经济地位通过执行功能对儿童当前及未来数学能力的影响，因而难以明确这一机制的成立是否会随测试时间点而变化。鉴于小学低年级阶段作为儿童系统学习数学知识和培养数学思维的关键时期(Hamm & Perry, 2002)，此时的数学能力不足将导致后续数学进步变缓(即数学能力低下具有累积效应)(Geary et al., 2012)。因此，本研究将采用追踪设计来考察各执行功能子成分在家庭社会经济地位与小学低年级儿童当前及未来不同数学能力关系中的作用，以期为提升低家庭社会经济地位儿童的数学能力提供干预目标。

1.1 家庭社会经济地位与数学能力

家庭社会经济地位作为衡量家庭所拥有的价值资源(财富、教育和社会地位等)的核心指标(Matthews & Gallo, 2011; Ng et al., 2021)，是影响儿童数学能力发展的重要环境因素(Blakey et al., 2020; Liu et al., 2020)。大量研究表明，相比于同龄高家庭社会经济地位的儿童，来自低家庭社会经济地位背景的儿童往往拥有较低的数学能力(田方 等, 2020; Blums et al., 2017; Ellefson et al., 2020)，且出现数学困难的风险更高(Jordan & Levine, 2009)。研究者认为，家庭社会经济地位主要通过物质和情感资源作用于儿童的数学学习(Beisly et al., 2022)。具体而言，家庭投

资模型(Family Investment Model)指出，高家庭社会经济地位的父母不仅有能力向孩子给予大量的物质投资，如购买更多的学习用品以及使子女接受更高质量的教育(陈依婷, 杨向东, 2020; Liu et al., 2022)，而且这些父母也会表现出更多的情感投资，如加强亲子沟通、提高学习参与度以及创建良好的家庭学习氛围(陈依婷, 杨向东, 2020; Silver et al., 2022)。同时，家庭压力模型(Family Stress Model)认为，低社会经济地位家庭所面临的较高经济压力会导致更多的家庭冲突和较少的情感支持，这会使父母降低学习参与并引发更多的消极教养行为(Beisly et al., 2022; Masarik & Conger, 2017)，从而不利于儿童的数学学习。因此，获得更多物质和情感投资的高家庭社会经济地位的儿童将有望于展现出更高的数学能力。

鉴于数学能力结构的多维性，现有研究对于家庭社会经济地位与不同类型数学能力之间的联系仍不明晰。已有研究在考察这一关系时多聚焦于标准数学测验(Blakey et al., 2020; Ellefson et al., 2020; Sulik et al., 2020; Waters et al., 2021)或综合数学能力(Fung et al., 2020)，并未对数学能力类型进行系统划分。如研究者普遍认为学龄儿童的数学能力至少应包含数学运算、逻辑思维和空间想象三个方面(林崇德, 2011; 吴汉荣, 李丽, 2005; 祝孝亮, 赵鑫, 2023; Xie et al., 2020)。尽管有几项研究对数学能力类型进行了区分，但研究结果仍存争议。例如，Beisly 等人(2022)的研究结果显示，相比于数量能力，家庭社会经济地位与几何及应用问题解决具有更大的关联；Blums 等人(2017)的研究发现，家庭社会经济地位与推理能力之间的联系要高于运算能力；Yang 等人(2019)未发现家庭社会经济地位与运算和应用问题解决之间存在显著的相关关系。可见，对家庭社会经济地位与各类型数学能力(数学运算、逻辑思维和空间想象)之间的关系仍需做进一步探究。

1.2 执行功能的中介作用

以往研究发现，执行功能与数学能力之间存在紧密联系(Friso-Van den Bos et al., 2013; Spiegel et al., 2021)。执行功能是指有助于完成目标导向行为的一系列高级认知过程(Diamond, 2013; Son et al., 2019)，包括抑制控制、工作记忆和认知灵活性三个主要成分。尽管来自行为及元分析的证据显示，执行功能的三个子成分与个体的数学能力均存在显著正相关(Nguyen & Duncan, 2019; Spiegel et al., 2021; Yang et al., 2019)，但各执行功能成分与数学能力之间的联系或许会在小学低年级年级阶段表现出不同的模式。具体而言，抑制控制和工作记忆是小学低年级儿童

数学能力的显著预测因子，而认知灵活性则不发挥显著的预测作用(Georgiou et al., 2020; Magalhães et al., 2020; Toll et al., 2011; Yang et al., 2019)。究其原因，这或许与学龄低年级儿童所需加工的数学任务难度和认知灵活性的发展阶段有关。首先，研究者认为认知灵活性往往参与解决更为复杂的多步骤问题，而在简单数学问题中有较少的参与(Bull & Lee, 2014; Magalhães et al., 2020; Purpura et al., 2017)，从而致使认知灵活性在小学低年级儿童数学加工中的作用有限。其次，已有研究发现，抑制控制和工作记忆是最早独立的执行功能成分(刘玉娟, 2019)，而认知灵活性在学龄中后期才成为一个独立的结构(Laureys et al., 2022; Magalhães et al., 2020)，因而难以对认知灵活性在数学加工中的作用进行准确估计。基于此，本研究将仅考察抑制控制和工作记忆在小学低年级儿童数学能力中的作用。

抑制控制是指个体抵制内在反应倾向或外在干扰的心理过程，通常分为干扰抑制和反应抑制(Diamond, 2013; Nigg et al., 2000)。研究显示，学前阶段是抑制控制快速发展的关键期(Watson & Bell, 2013)，且反应抑制将先于干扰抑制出现(陶冠澎 等, 2023)。作为最早发展的执行功能成分，反应抑制有助于早期儿童在数学学习和数量加工中抵制与任务无关的冲动行为(Morgan et al., 2019a)，其被认为是支持儿童最基本数学技能(如计数)发展的核心认知因素(Purpura et al., 2017)。相比而言，干扰抑制则有助于抑制提取数学事实时所激活的邻近答案和替代运算(Georgiou et al., 2020)，还有利于抵制数学加工中的启发式偏差或直觉(Jiang et al., 2019)，在解决数学运算、分数和周长比较问题时发挥着重要作用(Hawes et al., 2019; Jiang et al., 2019)。此外，工作记忆作为处理活动记忆中暂存信息的认知过程(Diamond, 2013)，已被证实是预测数学运算、逻辑思维和空间想象最为显著的认知因素(Georgiou et al., 2020; Passolunghi et al., 2008; Yang et al., 2019)，存在数学困难的儿童将表现出明显的工作记忆缺陷(Morgan et al., 2019b)。具体来说，高工作记忆个体将更能有效和清晰的表征任务材料，更易从长时记忆的联想网络中检索正确的算术事实以及在解决几何问题时生成相应的心理表征(Cragg et al., 2017; Friso-Van den Bos et al., 2013; Miller-Cotto & Byrnes, 2020; Toll et al., 2011)。因此，可以推测工作记忆与三种数学能力之间的联系要高于抑制控制(干扰抑制和反应抑制)。

以往探究家庭社会经济地位与执行功能关系的研究结果显示，儿童的执行功能会随家庭社会经济地位水平的不同而变化(Hackman et al., 2015, Last et al., 2018; Rosen et al., 2020)。具体表现为相比于来自低社会经济地位家庭的儿童，同龄高家庭社会经济地位的儿童往往拥有更高的执行功能(Blakey et al., 2020; Blums et al., 2017; Dilworth-Bart, 2012; Ellefson et al., 2020)，且这种差距在个体的发展过程中会长期存在(Hackman et al., 2015)。对此，Rosen 等人(2020)提出了一个解释家庭社会经济地位影响执行功能的综合机制模型，即低社会经济地位家庭环境中贫乏的认知刺激(如学习材料、父母学习参与、环境复杂性、语言质量和数量)是导致儿童执行功能不足的关键因素。然而，相比于抑制控制，家庭社会经济地位与工作记忆具有更大的关联(Nesbitt et al., 2013; Ng et al., 2021; Rosen et al., 2020; Waters et al., 2021)。这或许是由于低家庭社会经济地位所引发的慢性生理压力会改变支持工作记忆发展的神经结构，从而导致工作记忆能力低下(Evans & Schamberg, 2009)。综上，家庭社会经济地位水平的差异会直接作用于儿童的执行功能，进而影响其数学能力。因此，可以推测执行功能在家庭社会经济地位与数学能力的关系中起中介作用，且这一机制更能由工作记忆进行解释。

1.3 当前研究

本研究以小学低年级儿童为研究对象，采用追踪设计考察了各执行功能子成分(干扰抑制、反应抑制、工作记忆)在家庭社会经济地位与当前及未来三种数学能力(数学运算、逻辑思维、空间想象)关系中的作用。具体来说，本研究关注以下问题：(1)家庭社会经济地位与三种数学能力的联系是否相同？鉴于现有研究结果的不一致，本文不对其做明确假设，仅对其进行探索分析。(2)各执行功能子成分在三种数学能力中的作用是否存在差异？本文假设工作记忆与三种数学能力之间的联系要高于干扰抑制和反应抑制。(3)家庭社会经济地位与各执行功能子成分之间的联系是否存在差异？本文假设家庭社会经济地位与工作记忆之间的联系会更为紧密。(4)各执行功能子成分是否在家庭社会经济地位与当前及未来三种数学能力的关系中发挥中介作用？本文假设各执行功能子成分均会起中介作用，但工作记忆的中介作用会更强。

2 方法

2.1 被试

本研究以三所小学的 193 名二年级儿童为研究对象，对其进行了间隔 20 个月的两波次追踪调查。第一个测试时间点(T1)为 2021 年 9 月，此时儿童所处的年级为二年级初，共有 193 名儿童参与测试(男生 103 人, 平均年龄 7.77±0.36 岁)；第二个测试时间点(T2)为 2023 年 5 月，由于转学或休学等原因，共流失被试 8 人。最终纳入分析的被试是两次均参与测试的 185 人，其中，男生 100 人，T1 时的平均年龄为 7.78 岁($SD = 0.36$)。为检验被试流失是否为结构化，对流失被试与完成两次测验的被试在第一次测验中的任务表现进行独立样本 t 检验。结果显示，两组被试在各项任务上的表现均不存在显著差异($t(191) = -1.42 \sim 1.91$, $ps > 0.05$)。卡方检验的结果表明，两组被试在性别上不存在显著差异($\chi^2(1) = 0.84$, $p > 0.05$)。Little(1988)完全随机缺失检验的结果也发现缺失数据为完全随机缺失，$\chi^2(13) = 8.02, p > 0.05$。这说明流失被试并非结构化流失。因此，本研究对缺失数据采用极大似然法进行估计。所有儿童均为典型发展个体，两次参与测试均得到了家长和老师的知情同意，并在每次测试结束后均给予了一定的报酬。本研究已获得[**盲审**]大学伦理委员会的批准，实验以所批准的指导原则进行。

2.2 研究工具

2.2.1 家庭社会经济地位

参照 Ellefson 等人(2020)和 Zhao 等人(2022)测量儿童家庭社会经济地位的相关指标，本研究使用父母受教育程度、父母职业水平和儿童填写的家庭财富量表(Family Affluence Scale, FSA)的总分来衡量被试的家庭社会经济地位。其中，父母受教育程度被分别赋予 1 (小学或小学以下) ~ 6 (硕士或博士)的分值；父母职业水平被分别赋予 1 (临时工、无工作或待业中) ~ 8 (政府、事业单位或公司管理干部)的分值。家庭财富量表由四个题项构成，其分别评估了儿童在家中是否有独立卧室、过去 12 个月内和家人节假日外出旅行的次数、家中电脑的个数及家中汽车的个数。总分越高，代表儿童所处家庭的社会经济地位水平越高。

2.2.2 数学能力

采用由德国海德堡大学编制的小学生数学基本能力测试量表的中国修订版(吴汉荣, 李丽, 2005)中的 5 个分测验来考察儿童的数学能力。该量表原始由 12 个分测验组成，包含“数学运算”和“逻辑思维与空间–视觉功能”两个数学领域。其中，数字抄写任务旨在使学生掌握测试方式和熟悉测试环境，不做计分处理。

数学运算领域由加法、减法、乘法、除法、比较大小和填空等六个分测验组成，用以评估学生的数学概念、运算速度及计算准确性；逻辑思维与空间–视觉功能领域由续写数字、目测长度、方块计数、图形计数和数字连接等五个分测验所组成，用以衡量学生的数学逻辑思维、规律识别、空间立体思维和视觉跟踪能力。基于小学儿童所需掌握的数学知识及本研究所考察的数学能力类型，我们选用该量表中的 5 个分测验来评估儿童的数学运算能力、逻辑思维能力和空间想象能力。具体来说，使用该量表中的加法和减法分测验来衡量儿童的数学运算能力；使用续写数字与目测长度分测验来评估儿童的逻辑思维能力；使用方块计数分测验来考察儿童的空间想象能力(祝孝亮, 赵鑫, 2023)。该量表原始的内部一致性信度系数为 0.7 以上，分半信度为 0.83，矫正信度为 0.90，效度指标也均达到统计学标准。各测验的计分方式为做对 1 题, 记为 1 分, 总分越高，代表被试相应的数学技能水平越高(吴汉荣, 李丽, 2005)。衡量三种数学能力的具体分测验如下：

(1) 数学运算能力

加法与减法分测验各包含 40 个题项，用于考察儿童数学运算的速度及准确性。在每个分测试中，儿童被要求在 1 分钟之内尽力完成最多的题项。题目难度从个位数的加减法(如, $1 \pm 6 = ?$)到百位数的加减法(如, $160 \pm 213 = ?$)依次递增。每对 1 题，记作 1 分，两个测验的总分越高，代表儿童拥有更好的数学运算能力。

(2) 逻辑思维能力

使用续写数字和目测长度分测验来考察儿童的逻辑思维能力。其中，续写数字分测验由 20 个题项组成，要求儿童根据每个题项中已知的 6 个数字去推论随后应出现的 3 个数字(1, 2, 1, 2, 1, 2, _, _, _)；目测长度分测验共包含 24 个题项，要求儿童根据该测验起始部分所提供的三条表示长度的线段来判断正式题项中每条线段的长度。两个测验的正式施测时间均为 3 分钟，题目难度逐渐上升。每对 1 题，记作 1 分，两个测验的总分越高，代表儿童拥有更好的逻辑思维能力。

(3) 空间想象能力

使用方块计数分测验来考察儿童的空间想象能力。该测验由 28 个题项所组成，要求儿童在 3 分钟内尽可能多的去判断每个题项中的空间立体图形由多少个小正方体构成。题目难度逐渐递增，每对 1 题，记作 1 分，总分越高，代表儿童具有更好的空间想象能力。

2.2.3 执行功能

(1) Stroop 任务

色词Stroop任务被用于衡量被试的干扰抑制(祝孝亮, 赵鑫, 2023; Zhao et al., 2018)。该任务的实验材料由两个代表颜色的汉字(“红”和“绿”)和一个字符串(“####”)所组成，要求被试根据汉字和字符串的印刷色来执行相应的按键，红色按“F”键，绿色按“J”键。任务总共包括三种条件：中性条件(红色的“####”和绿色的“####”)、一致条件(红色的“红”字和绿色的“绿”字)和不一致条件(红色的“绿”字和绿色的“红”字)。整个任务由 1 个练习 block 和 3 个正式实验的 block 所组成，其中练习 block 共有 18 个 trial，而正式实验的每个 block 包含 36 个 trial，每种条件下的 trial 数各占三分之一。在各 block 中，每个 trial 均以注视点“＋”(500 ms)−空屏(1000 ms)−刺激(1500 ms)−空屏(600 ~ 1000 ms)的顺序来呈现。本研究所使用的数据指标为干扰抑制(中性条件的平均反应时－不一致条件的平均反应时)，数值越大，代表被试的干扰抑制能力越好。完成该任务大约需要 15 分钟，被试可在各 block 间进行休息。

(2) Go/No-go 任务

采用 Go/No-go 任务来考察被试的反应抑制(祝孝亮, 赵鑫, 2023; Zhao et al., 2018)。在该任务中，任务刺激由随机出现的两个英文字母“X”和“Y”所构成，要求被试对 Go 刺激(靶刺激)做按键反应，而对 No-go 刺激(非靶刺激)不做反应。在正式实验开始前均有相应的练习 block (包含两个练习 block, 每个 block 由 10 个 Go 试次和 10 个 No-go 试次所组成)，当其正确率达到 85%时即可进入正式实验。正式实验任务共包含四个 block(共 400 个 trial)，各 block 包含 100 个 trial，被试在前两个 block 被要求在看见 Go 刺激“X”时按“J”键，看见 No-go 刺激“Y”时不按键，后两个 block 则与之相反。Go 刺激的呈现比率为 75%(No-go 刺激呈现比率为 25%)。在各 block 开始时，持续 1000 ms 的注视点“+”将呈现在屏幕中央，再显示 600 ms 的刺激，随后空屏(1000 ms)并进入下一个试次。本研究所使用的数据指标为 No-go 条件下的正确率，数值越大，代表被试的反应抑制能力越好。完成该任务大约需要 15 分钟，被试可在各 block 间进行休息。

(3) 数字广度任务

采用数字正背和数字倒背任务来考察被试的工作记忆能力(祝孝亮, 赵鑫, 2023)。在这两个任务中，电脑屏幕上会随机出现 0 ~ 9 的一系列数字(每个数字呈现 1000 ms)。数字正背任务要求被试将所看到的数字进行口头重复并按照原来的顺序依次输入屏幕中央的方框，而数字倒背任务则要求被试将所看到的数字进行口头重复并按照相反的顺序依次输入屏幕中央的方框。在这两个任务中，实验任务的难度(难度范围为 3~15)均从记忆三个数字开始，每种难度下均有三次机会。当被试在每种难度下正确回答两次及以上时，记忆难度将增加 1；回答错误或仅回答正确 1 次时，任务结束。本研究中用于衡量这两个任务的指标均为被试在正背和倒背任务中正确回答的试次的个数(Zhao et al., 2022)，两个任务得分相加后的总分越高，代表被试的工作记忆能力越好。完成该任务大约需要 15 分钟，被试可在任务间进行休息。

2.3 研究程序

在二年级第一学期初(T1)，测量了 193 名儿童的家庭社会经济地位、抑制控制(干扰抑制和反应抑制)、工作记忆和三种数学能力。具体测试过程为：首先，由三名主试以班级为单位对儿童的三种数学能力进行评估，一名主试向学生讲解各分测验的任务要求，而另两名主试则负责维持秩序与计时；其次，以班级为单位，分连续两天共两次在学校安静的微机室完成所有测量执行功能的任务。最后，由班主任协助主试统计被试父母的职业水平和受教育程度，并要求儿童完成家庭财富量表的填写。在三年级第二学期末(T2)，再次邀请学生在教室中完成数学能力测验。本研究两次数据的收集、筛查和整理录入均来自于心理学专业的研究生，所有人员在测验前均接受了专业的培训，熟悉整个测验的流程和规则。

2.4 数据分析

使用 SPSS 28.0 对数据进行描述统计和相关分析。使用 Mplus 8.3 做结构方程模型，以期探究家庭社会经济地位、各执行功能子成分和 T1 及 T2 不同数学能力之间的直接和间接联系。在所有的结构方程模型中，儿童的性别和年龄作为控制变量。首先，本研究通过构建结构方程模型考察了家庭社会经济地位对 T1 和 T2 三种数学能力的直接预测作用。其次，将执行功能的三个子成分(干扰抑制、反应抑制、工作记忆)同时作为中介变量来构建并行多重中介模型。相比于分别考察各个中介变量的模型，并行多重中介模型允许在同时考察各个中介机制时，

还考虑中介变量间共有的联系(Waters et al., 2021)，从而降低在估计中介效应时所产生的潜在偏差(Hayes, 2013)。鉴于本研究对数学能力进行了两次测量，因而共执行了两个并行多重中介模型。第一个模型考察了家庭社会经济地位、各执行功能子成分与T1时间点三种数学能力之间的直接和间接联系。为进一步检验结果的稳健性，在第二个模型中将T1时间点的三种数学能力作为基线成绩并对其进行控制，以考察家庭社会经济地位、各执行功能子成分与三种数学能力之间联系的强度和模式是否会发生改变。两个模型中数学能力的衡量指标均为三种数学能力的原始得分。

3 结果

3.1 数学能力的发展趋势

表1呈现了两次测量中儿童在三种数学能力得分上的平均数和标准差。为考察从T1过渡至T2时儿童在三种数学能力上的纵向发展特点，以性别和家庭社会经济地位为协变量，以测试阶段(T1和T2)为自变量，以三种数学能力的得分为因变量进行单因素重复测量方差分析。

方差分析的结果表明，测试阶段的主效应在数学运算能力[F (1, 184) = 27.56, η_p^2 = 0.13, $p < 0.001$]、逻辑思维能力[F (1, 184) = 14.63, η_p^2 = 0.07, $p < 0.001$]和空间想象能力[F (1, 184) = 16.15, η_p^2 = 0.08, $p < 0.001$]上均显著。这表明儿童的三种数学能力在20个月期间均获得了显著的增长。

表1 两个时间点(T1、T2)测验结果(*M*±*SD*)及单因素重复测量方差分析结果

变量	T1(*M*±*SD*)	T2(*M*±*SD*)	*F*	η_p^2
数学运算能力	32.50 (8.13)	38.46 (8.43)	27.56***	0.13
逻辑思维能力	16.50 (5.22)	23.75 (6.79)	14.63***	0.07
空间想象能力	12.91 (3.89)	15.32 (4.24)	16.15***	0.08

注: ***$p < 0.001$, **$p < 0.01$, *$p < 0.05$。下同。

3.2 描述统计与相关分析

表1呈现的是各变量的描述信息及相关分析。首先，可以看出各变量的得分基本均符合正态分布。其次，各变量间的相关结果显示，除与干扰抑制、反应抑制和T2空间想象能力外，家庭社会经济地位与工作记忆及T1、T2的其他数学能力均存在显著的相关关系(rs = 0.21 ~ 0.32, ps < 0.01)。除与T2空间想象能力外，

表 1 各变量的相关分析

变量	*M*	*SD*	偏度	峰度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.性别	—	—	—	—	—											
2.年龄	7.78	0.36	0.48	1.27	-0.07	—										
3.家庭社会经济地位	14.41	4.54	1.08	1.72	0.07	0.01	—									
4.干扰抑制	-6.67	68.94	-0.19	0.85	0.01	0.11	0.04	—								
5.反应抑制	0.81	0.10	-0.72	0.17	0.26^{***}	0.06	0.01	0.06	—							
6.工作记忆	10.49	3.71	0.21	-0.37	0.03	0.13	0.32^{***}	0.03	0.00	—						
7.T1 数学运算能力	32.50	8.13	-0.50	0.13	0.04	0.02	0.30^{***}	0.09	0.02	0.31^{***}	—					
8.T1 逻辑思维能力	16.50	5.22	0.39	0.28	-0.01	0.07	0.21^{**}	0.03	0.12	0.15^{*}	0.43^{***}	—				
9.T1 空间想象能力	12.91	3.89	-0.16	0.58	0.09	0.04	0.27^{***}	0.13	-0.02	0.18^{*}	0.31^{***}	0.45^{***}	—			
10.T2 数学运算能力	38.46	8.43	-0.33	0.23	-0.05	-0.03	0.24^{**}	0.03	0.10	0.23^{**}	0.74^{***}	0.43^{***}	0.39^{***}	—		
11.T2 逻辑思维能力	23.75	6.79	-0.59	-0.51	-0.07	0.04	0.23^{**}	0.04	-0.08	0.35^{***}	0.47^{***}	0.44^{***}	0.42^{***}	0.53^{***}	—	
12.T2 空间想象能力	15.32	4.24	-0.09	-0.19	-0.08	0.00	0.13	0.07	0.01	0.12	0.39^{***}	0.38^{***}	0.41^{***}	0.41^{***}	0.42^{***}	—

注：性别进行了哑变量处理, 0＝ 男, 1＝ 女。下同。

工作记忆与T1、T2的其他数学能力均存在显著正相关($rs = 0.15 \sim 0.35$, $ps < 0.05$)。性别与反应抑制存在显著的相关关系，$r(185) = 0.26$，$p < 0.001$。T1、T2的各数学能力之间也存在显著正相关($rs = 0.31 \sim 0.74$, $ps < 0.001$)。

3.3 反应抑制、干扰抑制和工作记忆的中介作用模型检验

在相关分析的基础上，本研究将进一步考察各执行功能子成分在家庭社会经济地位与当前及未来不同数学能力关系中的中介作用。在控制性别和年龄后，构建的理论模型如图1所示。

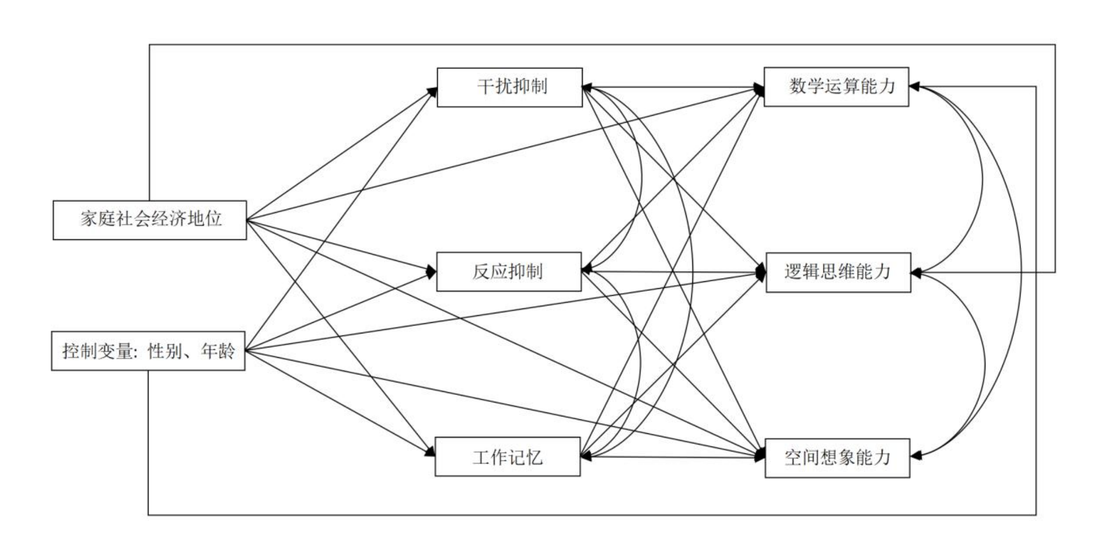


图1 家庭社会经济地位、执行功能、数学能力关系理论模型

首先，在控制儿童的性别和年龄后，通过构建结构方程模型来考察家庭社会经济地位对T1三种数学能力的直接预测效应。模型拟合度良好，其拟合指标分别为：CFI = 1.00，TLI = 1.00，RMSEA = 0.00，SRMR = 0.00。由图2可知，家庭社会经济地位对T1数学运算能力($\beta = 0.30$, $p < 0.001$)、逻辑思维能力($\beta = 0.21$, $p < 0.01$)和空间想象能力($\beta = 0.26$, $p < 0.001$)的直接效应均显著。

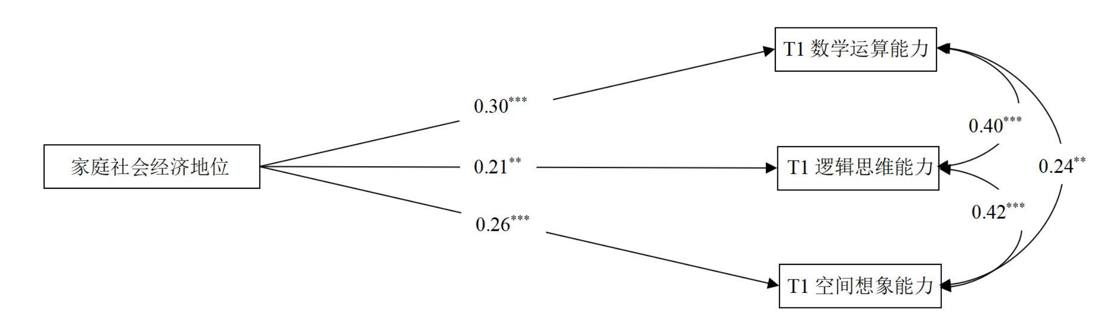


图2 家庭社会经济地位与T1三种数学能力的直接关系模型

注：为使模型图更为简洁，控制变量对三种数学能力的影响均未画出，但在模型估计时均进行了估计。下同。

其次，在控制儿童的性别、年龄及 T1 时的三种数学能力后，通过构建结构方程模型来考察家庭社会经济地位对 T2 三种数学能力的直接预测效应。模型拟合度良好，其拟合指标分别为：CFI = 1.00，TLI = 1.00，RMSEA = 0.00，SRMR = 0.00。由图 3 可知，家庭社会经济地位对 T2 数学运算能力(β = -0.02, $p > 0.05$)、逻辑思维能力(β = 0.04, $p > 0.05$)和空间想象能力(β = -0.05, $p > 0.05$)的直接效应均不显著。

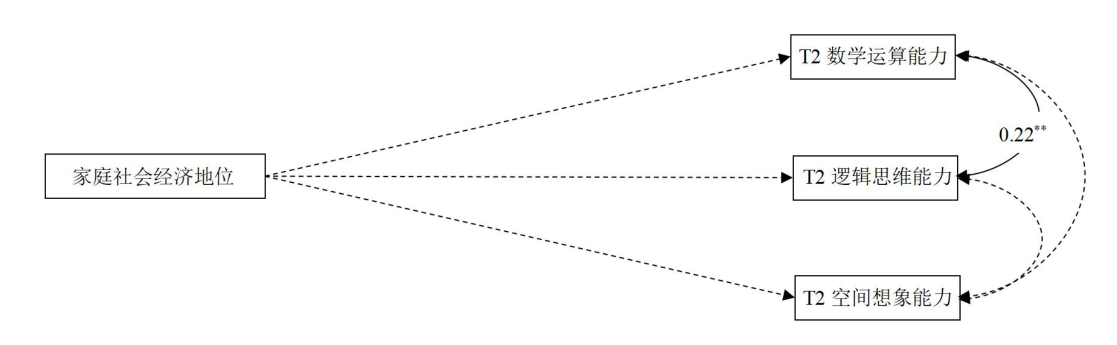


图 3 家庭社会经济地位与 T2 三种数学能力的直接关系模型

再次，以干扰抑制、反应抑制和工作记忆为中介变量，在控制儿童的性别和年龄后，通过构建结构方程模型来考察家庭社会经济地位对 T1 三种数学能力的作用机制。模型拟合度良好，其拟合指标分别为：CFI = 1.00，TLI = 1.00，RMSEA = 0.00，SRMR = 0.00。由图 4 可知，家庭社会经济地位对 T1 数学运算能力(β = 0.22, $p < 0.01$)、T1 逻辑思维能力(β = 0.19, $p < 0.05$)以及 T1 空间想象能力(β = 0.23, $p < 0.01$)的直接效应均显著。家庭社会经济地位对工作记忆(β = 0.32, $p < 0.001$)具有显著的预测作用。工作记忆对 T1 数学运算能力(β = 0.24, $p < 0.01$)具有显著的预测作用。间接效应路径检验表明，家庭社会经济地位仅通过工作记忆对 T1 数学运算能力(β = 0.08, 95% CI = [0.03, 0.14])的间接路径显著。这表明工作记忆在家庭社会经济地位和 T1 数学运算能力之间起部分中介作用。

最后，为进一步考察家庭社会经济地位对不同数学能力的纵向预测作用，以干扰抑制、反应抑制和工作记忆为中介变量，在控制儿童的性别、年龄以及 T1 时的三种数学能力后，通过构建结构方程模型来考察家庭社会经济地位对 T2 三种数学能力的作用机制。模型拟合度良好，其拟合指标分别为：CFI = 1.00，TLI = 1.00，RMSEA = 0.00，SRMR = 0.00。由图 5 可知，家庭社会经济地位对 T2 数学运算能力、T2 逻辑思维能力以及 T2 空间想象能力(β = -0.04 ~ -0.01, $ps \geq 0.55$)的直接效应均不显著。家庭社会经济地位对工作记忆(β = 0.24, $p < 0.001$)具有显

著的预测作用。反应抑制对T2数学运算能力(β = 0.12, $p < 0.05$)具有显著的预测作用。工作记忆对T2逻辑思维能力(β = 0.20, $p < 0.01$)具有显著的预测作用。间接效应路径检验表明,家庭社会经济地位仅通过工作记忆对T2逻辑思维能力(β = 0.05, 95% CI = [0.02, 0.10])的间接路径显著。这表明工作记忆在家庭社会经济地位与T2逻辑思维能力之间发挥完全中介作用。

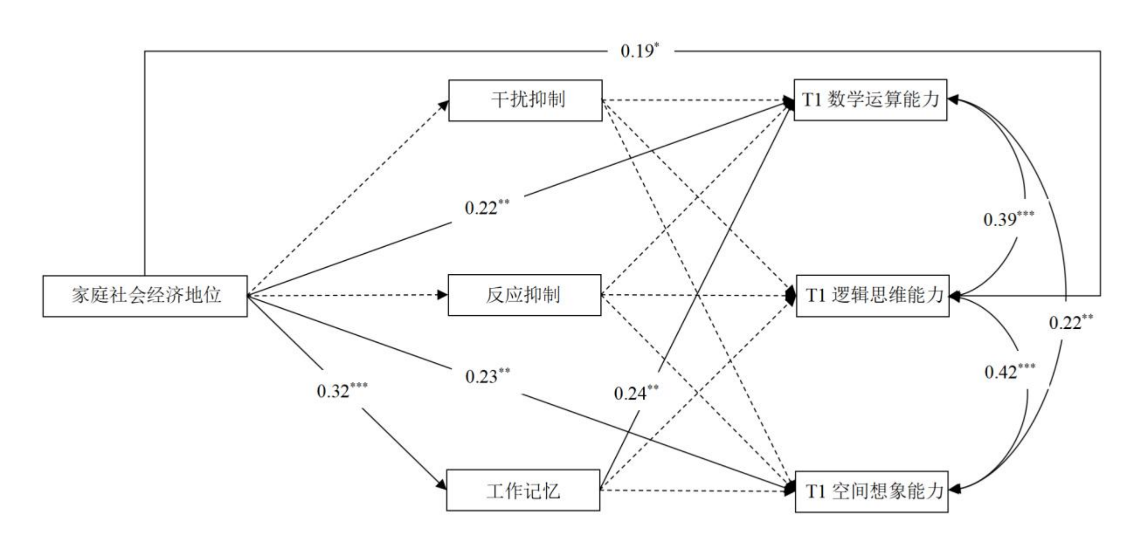


图4 家庭社会经济地位、执行功能不同成分、T1三种数学能力关系模型

注：为使模型图更为简洁，控制变量对各执行功能子成分和三种数学能力的影响，以及各执行功能子成分之间的残差相关均未画出，但在模型估计时均进行了估计。下同。

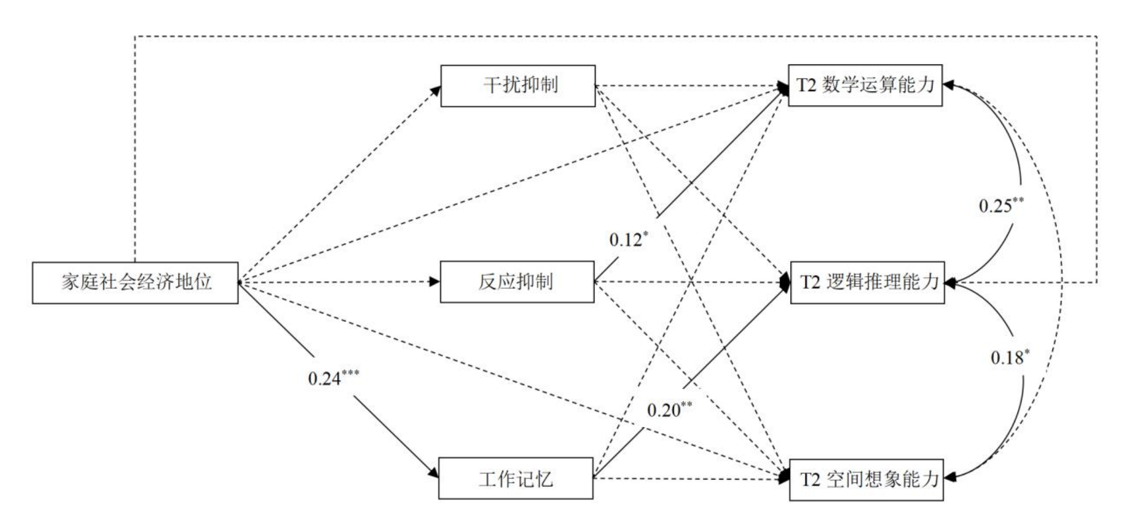


图5 家庭社会经济地位、执行功能不同成分、T2三种数学能力关系模型

4 讨论

本研究采用追踪设计，考察了小学低年级儿童家庭社会经济地位与当前及未来三种数学能力的关系以及各执行功能子成分的中介作用。首先，从相关关系来

看，除与 T2 时的空间想象能力外，家庭社会经济地位与工作记忆及 T1、T2 时的其他数学能力均具有显著的相关关系，而干扰抑制和反应抑制与所有核心变量之间均不存在显著的相关关系。其次，家庭社会经济地位可以直接预测 T1 时的三种数学能力，但在控制 T1 时的数学能力后，家庭社会经济地位对 T2 时的三种数学能力均不起显著的预测作用。最后，并行多重中介模型的结果显示，工作记忆在家庭社会经济地位与 T1 数学运算能力及 T2 逻辑思维能力的关系中发挥中介作用。

4.1 家庭社会经济地位对数学能力的直接作用

与已有研究结果相一致(Ellefson et al., 2020; Sulik et al., 2020)，本研究发现家庭社会经济地位可以显著预测学龄低年级儿童当前的数学能力。这表明家庭社会经济地位会即时影响儿童数学能力的发展。根据家庭投资模型和家庭压力模型的观点，处于低家庭社会经济地位背景的儿童通常面临一系列不利于数学能力发展的因素，如缺乏有助于数学学习的教辅材料，父母在儿童学习过程中的参与度较低，不良的亲子关系及消极的教养行为(陈依婷, 杨向东, 2020; Beisly et al., 2022; Liu et al., 2020; Liu et al., 2022)。这将导致低社会经济地位家庭的儿童难以在家庭环境中及时获得促进数学发展的支架教育(Ng et al., 2021)，从而导致数学能力低下。尽管本研究发现家庭社会经济地位对 T1 时的三种数学能力均具有显著的预测作用，但这一预测作用在数学运算能力上显得更高，我们认为这或许与学龄低年级儿童所需掌握的数学技能有关。具体而言，掌握基本运算是学龄低年级儿童数学学习的核心内容(林崇德, 2011)，其也是多数家长最为擅长的数学技能，因而处于高社会经济地位家庭的儿童会得到更多的运算指导(Bradley & Corwyn, 2002)，进而拥有更高的数学运算能力。

然而，在控制 T1 时的数学能力后，家庭社会经济地位对 T2 时的三种数学能力均不具有显著的预测。这一结果不仅说明了早期数学能力是预测后期数学发展的重要因子(Ten Braak et al., 2022)，而且在一定程度上表明在正式教育的早期阶段，不同家庭社会经济地位所导致的数学能力差距在较短的发展过程中会保持稳定(Reardon, 2011)，其来自高、低家庭社会经济地位的儿童或许在数学能力的发展速率上并无明显差异(Waters et al., 2021)。但该发现与 Ng 等人(2021)的研究结果不一致。其原因可能是由于本研究中的被试群体多来自中、低家庭社会经济

地位背景，不存在极端的背景差距，从而削弱这一直接预测作用。因此，在推广研究结论时应持谨慎态度。

4.2 工作记忆的中介作用

本研究发现家庭社会经济地位可以通过工作记忆的中介作用间接预测 T1 数学运算能力和 T2 逻辑思维能力。这一结果拓展了执行功能在家庭社会经济地位与数学能力间发挥中介作用的已有研究(Bachman et al., 2022; Dilworth-Bart, 2012; Ng et al., 2021)，即仅工作记忆是解释二者关系的重要机制。同时，研究结果还明确了家庭社会经济地位通过执行功能来作用于数学能力时应考虑数学能力的类型以及测试的时间点(横断或纵向)。

与已有研究结果相一致(Nesbitt et al., 2013; Ng et al., 2021; Rosen et al., 2020; Waters et al., 2021)，本研究发现工作记忆是受家庭社会经济地位影响最大的执行功能成分。对此，一个合理的解释是基于潜在的生物学机制，即家庭社会经济地位所涵盖的物质和情感等资源可能会改变支持工作记忆发展的神经结构(Evans & Schamberg, 2009)。具体而言，低社会经济地位家庭的个体通常需要调动多个生理系统来应对所面临的慢性生理压力，从而表现出较高水平的稳态应变负荷(Allostatic load)，而持续升高的稳态应变负荷会干扰海马体(与支持工作记忆发展的前额叶皮层紧密联系)和前额叶皮层的神经加工，进而导致工作记忆紊乱(Evans & Schamberg, 2009; Lupien et al., 2007)。因此，家庭社会经济地位与儿童的工作记忆存在紧密联系。

本研究发现工作记忆可以显著预测 T1 时的数学运算能力，这进一步明晰了各执行功能成分在不同数学能力中的作用。小学低年级作为掌握基本运算的关键期(林崇德, 2011)，此时儿童拥有较低的算术熟练度(Cragg & Gilmore, 2014)。因此，儿童在解决运算问题(如, 12 + 9 或 18 -7)时不仅需要对数字信息进行语音编码并暂存于工作记忆的信息流(Berg et al., 2008)，而且需同时采用适宜的策略来解决问题(Cragg & Gilmore, 2014)，这一过程得益于工作记忆的监控和协调(Zhang et al., 2022)。同时，由于简单运算的答案通常是以口语编码的形式存储于长时记忆的联想网络(Cragg et al., 2017)，因而具有高工作记忆能力的儿童更能免受干扰，并提取正确的算术事实(Miller-Cotto & Byrnes, 2020)。可见，工作记忆在儿童的数学运算中发挥着重要作用。与已有研究结果不一致(Passolunghi et al., 2008)，

本研究并未发现工作记忆对空间想象能力具有显著的预测作用。这或许是由于不同研究中工作记忆任务的差异性。已有研究指出，言语工作记忆对算术等基础技能更为重要，而视空工作记忆与空间几何等更高级的数学技能具有更大联系(Cragg et al., 2017)。但由于本研究中的数字广度任务更偏向于言语工作记忆，这或许导致了其与空间想象能力之间较低的联系。

同时，本研究发现工作记忆对逻辑思维能力的预测仅存在于T2时间点。这一结果在一定程度上支持了发展假说(Developmental Hypothesis)，即随着年龄的增长，儿童在加工数学任务时将从依赖于视觉空间表征或视觉空间策略转向言语表征(Van Der Ven et al., 2013)。例如，Liang 等人(2022)考察了一年级和五年级儿童的言语工作记忆和视空工作记忆在数学能力中的作用，结果显示言语工作记忆仅对五年级的逻辑思维能力具有预测作用。Hu 等人(2023)对 131 名一年级儿童进行为期 1.5 年的追踪，结果发现只有二年级的言语工作记忆对三年级的逻辑思维能力具有重要影响。究其原因，这或许与解决逻辑思维问题时需要维持和加工语音信息有关(Hu et al., 2023)。如在解决续写数字任务时，儿童需要在生成后续的新数字之前，在工作记忆中暂时存储已有的数字序列并寻找相邻数字间的联系，而这一过程的顺利执行需要言语工作记忆的深度参与(Liang et al., 2022)。可见，良好的工作记忆能力是支持未来逻辑思维能力发展的重要认知基础。综上所述，家庭社会经济地位对儿童工作记忆的发展具有重要影响(Waters et al., 2021)，来自高家庭社会经济地位的儿童拥有更高的工作记忆，进而影响儿童当前的数学运算能力和未来的逻辑思维能力。

4.3 研究意义和不足

本研究采用追踪研究设计，考察了家庭社会经济地位与小学低年级儿童当前和未来不同类型数学能力的关系以及执行功能不同成分在其中的作用。本文不仅在已往研究的基础上细化了各执行功能成分在家庭社会经济地位与不同数学能力间的潜在认知机制，也为教育及科研工作者制定提升低家庭社会经济地位儿童数学能力的干预措施提供了科学依据。本研究发现，家庭社会经济地位可以通过工作记忆对儿童当前及未来的数学能力产生影响。因此，教育工作者可以通过专题讲座或主题活动等形式向家长们普及缓解低家庭社会经济地位对儿童认知及学业发展负向影响的方式，如加强亲子沟通(陈依婷, 杨向东, 2020)、提高在儿童

学习中的参与度(Rosen et al., 2020)以及发展积极的教养行为(Blakey et al., 2020)，从而在根本上阻断低家庭社会经济地位对儿童发展的消极影响。

同时，本研究结果还有助于为低数学能力儿童开展执行功能训练提供理论参考。在已有研究中，尽管众多研究者将执行功能训练作为提升儿童数学能力的重要措施，但多数研究发现训练效果并不会迁移到数学能力上(Blakey et al., 2020; Wang et al., 2019)。基于本研究的发现，未来研究者应考虑训练群体及训练任务的差异性。具体而言，对执行功能不足的儿童进行训练或许能得到更大的远迁移，以及针对工作记忆的训练可能是提升儿童数学能力的有效手段。

然而，当前研究仍存在一些不足之处，有待未来研究改进。首先，虽然本研究采用了追踪研究设计，但仍无法推断变量间的因果关系，未来研究者应采用更严谨的方式(如交叉滞后中介模型)做进一步探究。其次，本研究中的控制变量仅为性别和年龄，未来研究还需考虑其他的额外变量，如非言语智力、学习动机和加工速度等(Georgiou et al., 2020; Sulik et al., 2020)。最后，本研究评估的执行功能不同成分的类型有限，如工作记忆包括言语和视空两个方面(Liang et al., 2022)。因此，未来研究者应在全面考察执行功能不同方面的基础上，进一步深化执行功能在二者关系间的作用机制。

5 结论

本研究采用结构方程模型探讨了二年级儿童的家庭社会经济地位对二、三年级数学运算能力、逻辑思维能力和空间想象能力的预测作用，以及干扰抑制、反应抑制和工作记忆在其中的中介作用，验证并拓展了已有相关研究。研究结果显示：(1)二年级儿童的家庭社会经济地位仅对二年级时的数学运算能力、逻辑思维能力和空间想象能力具有直接预测作用；(2)家庭社会经济地位可以通过工作记忆的中介作用间接预测二年级的数学运算能力和三年级的逻辑思维能力。研究对开发提升低家庭社会经济地位儿童数学能力的干预措施具有重要的理论意义。

参考文献

Bachman, H. J., Miller, P., Elliott, L., Duong, S., Libertus, M., & Votruba-Drzal, E. (2022). Associations among socioeconomic status and preschool-aged children's, number skills, and spatial skills: The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, *221*, 105453.

Beisly, A., Kwon, K. A., Jeon, S., & Lim, C. (2022). The moderating role of two learning related behaviours in preschool children's academic outcomes: learning behaviour and executive function. *Early Child Development and Care*, *192*(1), 51–66.

Berg, D. H. (2008). Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, *99*(4), 288–308.

Blakey, E., Matthews, D., Cragg, L., Buck, J., Cameron, D., Higgins, B., ... & Carroll, D. J. (2020). The role of executive functions in socioeconomic attainment gaps: Results from a randomized controlled trial. *Child Development*, *91*(5), 1594–1614.

Blums, A., Belsky, J., Grimm, K., & Chen, Z. (2017). Building links between early socioeconomic status, cognitive ability, and math and science achievement. *Journal of Cognition and Development*, *18*(1), 16–40.

Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, *53*, 371–399.

Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, *8*(1), 36–41.

Chen, Y. T., & Yang, X. D. (2020). The effects of family socioeconomic status on mathematical achievements: The Chain mediation model of parent-child communication and academic self efficacy. *Chinese Journal of Applied Psychology*, *26*(1), 66–74.

[陈依婷, 杨向东. (2020). 家庭社会经济地位对数学成绩的影响: 亲子沟通和学业自我效能感的链式中介模型. *应用心理学*, *26*(1), 66–74.]

Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, *333*(6045), 968–970.

Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education*, *3*(2), 63–68.

Cragg, L., Keeble, S., Richardson, S., Roome, H. E., & Gilmore, C. (2017). Direct and indirect influences of executive functions on mathematics achievement. *Cognition*, *162*, 12–26.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*(1), 135–168.

Dilworth-Bart, J. E. (2012). Does executive function mediate SES and home quality associations with academic readiness?. *Early Childhood Research Quarterly*, *27*(3), 416–425.

Ellefson, M. R., Zachariou, A., Ng, F. F. Y., Wang, Q., & Hughes, C. (2020). Do executive functions mediate the link between socioeconomic status and numeracy skills? A cross-site comparison of Hong Kong and the United Kingdom. *Journal of Experimental Child Psychology*, *194*, 104734.

Evans, G. W., & Schamberg, M. A. (2009). Childhood poverty, chronic stress, and adult working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(16), 6545–6549.

Friso-Van den Bos, I., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research*

Review, *10*, 29–44.
Fung, W. K., Chung, K. K. H., & Lam, C. B. (2020). Mathematics, executive functioning, and visual–spatial skills in Chinese kindergarten children: Examining the bidirectionality. *Journal of Experimental Child Psychology*, *199*, 1–10.
Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2012). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study. *Journal of Educational Psychology*, *104*(1), 206–223.
Georgiou, G. K., Wei, W., Inoue, T., Das, J. P., & Deng, C. (2020). Cultural influences on the relation between executive functions and academic achievement. *Reading and Writing*, *33*(4), 991–1013.
Hackman, D. A., Farah, M. J., & Meaney, M. J. (2010). Socioeconomic status and the brain: Mechanistic insights from human and animal research. *Nature Reviews Neuroscience*, *11*(9), 651–659.
Hackman, D. A., Gallop, R., Evans, G. W., & Farah, M. J. (2015). Socioeconomic status and executive function: Developmental trajectories and mediation. *Developmental science*, *18*(5), 686–702.
Hamm, J. V., & Perry, M. (2002). Learning mathematics in first-grade classrooms: On whose authority? *Journal of Educational Psychology*, *94*(1), 126–137.
Hawes, Z., Moss, J., Caswell, B., Seo, J., & Ansari, D. (2019). Relations between numerical, spatial, and executive function skills and mathematics achievement: A latent-variable approach. *Cognitive Psychology*, *109*, 68–90.
Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York: Guilford.
Hu, Q., Liang, Z., Zhou, Y., Feng, S., & Zhang, Q. (2023). The role of working memory updating and capacity in children's mathematical abilities: A developmental cascade model. *British Journal of Educational Psychology*, 93(3), 676–693.
Jiang, R., Li, X., Xu, P., & Chen, Y. (2019). Inhibiting intuitive rules in a geometry comparison task: Do age level and math achievement matter?. *Journal of Experimental Child Psychology*, *186*, 1–16.
Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews*, *15*(1), 60–68.
Karsenty, R. (2014). *Mathematical ability*. Dordrecht: Springer.
Last, B. S., Lawson, G. M., Breiner, K., Steinberg, L., & Farah, M. J. (2018). Childhood socioeconomic status and executive function in childhood and beyond. *PloS One*, *13*(8), e0202964.
Laureys, F., De Waelle, S., Barendse, M. T., Lenoir, M., & Deconinck, F. J. (2022). The factor structure of executive function in childhood and adolescence. *Intelligence*, *90*, 101600.
Liang, Z., Dong, P., Zhou, Y., Feng, S., & Zhang, Q. (2022). Whether verbal and visuospatial working memory play different roles in pupil’s mathematical abilities. *British Journal of Educational Psychology*, *92*(2), 409–424.
Lin, C. D. (2011). *Intellectual development and mathematical learning* (4th ed.). Beijing: China Light Industry Press.
[林崇德. (2011). *智力发展与数学学习* (第 4 版). 北京: 中国轻工业出版社.]

Little, R. J. (1988). A test of missing completely at random for multivariate data with missing values. *Journal of the American Statistical Association*, *83*(404), 1198–1202.

Liu, J., Peng, P., & Luo, L. (2020). The relation between family socioeconomic status and academic achievement in China: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, *32*(1), 49–76.

Liu, J., Peng, P., Zhao, B., & Luo, L. (2022). Socioeconomic status and academic achievement in primary and secondary education: A meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, *34*(4), 2867–2896.

Liu, Y. J. (2019). Executive function and language ability development in early childhood: a research review. *Chinese Journal of Special Education*, *231*(9), 91–96.

[刘玉娟. (2019). 执行功能与儿童早期语言能力发展的研究综述. *中国特殊教育*, *231*(9), 91–96.]

Lupien, S. J., Maheu, F., Tu, M., Fiocco, A., & Schramek, T. E. (2007). The effects of stress and stress hormones on human cognition: Implications for the field of brain and cognition. *Brain and Cognition*, *65*(3), 209–237.

Magalhães, S., Carneiro, L., Limpo, T., & Filipe, M. (2020). Executive functions predict literacy and mathematics achievements: The unique contribution of cognitive flexibility in grades 2, 4, and 6. *Child Neuropsychology*, *26*(7), 934–952.

Masarik, A. S., & Conger, R. D. (2017). Stress and child development: A review of the Family Stress Model. *Current Opinion in Psychology*, *13*, 85–90.

Matthews, K. A., & Gallo, L. C. (2011). Psychological perspectives on pathways linking socioeconomic status and physical health. *Annual Review of Psychology*, *62*, 501–530.

Miller-Cotto, D., & Byrnes, J. P. (2020). What's the best way to characterize the relationship between working memory and achievement?: An initial examination of competing theories. *Journal of Educational Psychology*, *112*(5), 1074–1084.

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., Pun, W. H., & Maczuga, S. (2019a). Kindergarten children's executive functions predict their second‐grade academic achievement and behavior. *Child Development*, *90*(5), 1802–1816.

Morgan, P. L., Farkas, G., Wang, Y., Hillemeier, M. M., Oh, Y., & Maczuga, S. (2019b). Executive function deficits in kindergarten predict repeated academic difficulties across elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 20–32.

Nesbitt, K. T., Baker-Ward, L., & Willoughby, M. T. (2013). Executive function mediates socio-economic and racial differences in early academic achievement. *Early Childhood Research Quarterly*, *28*(4), 774–783.

Ng, E.L., Bull, R., & Khng, K.H. (2021). Accounting for the SES-math achievement gap at school entry: Unique mediation paths via executive functioning and behavioral self regulation. *Frontiers in Education*, *6*.

Nguyen, T., & Duncan, G. J. (2019). Kindergarten components of executive function and third grade achievement: A national study. *Early Childhood Research Quarterly*, *46*, 49–61.

Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, *126*(2), 220–246.

Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental*

Neuropsychology, *33*(3), 229–250.

Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, *153*, 15–34.

Reardon, S.F. (2011). The widening academic achievement gap between the rich and the poor: New evidence and possible explanations. In R. Murnane & G. Duncan (Eds.), *Whither opportunity? Rising inequality and the uncertain life chances of low-income children*. (pp 91–116). New York: Russell Sage Foundation Press.

Rosen, M. L., Hagen, M. P., Lurie, L. A., Miles, Z. E., Sheridan, M. A., Meltzoff, A. N., & McLaughlin, K. A. (2020). Cognitive stimulation as a mechanism linking socioeconomic status with executive function: A longitudinal investigation. *Child Development*, *91*(4), e762–e779.

Silver, A. M., Elliott, L., & Libertus, M. E. (2022). Parental math input is not uniformly beneficial for young children: The moderating role of inhibitory control. *Journal of Educational Psychology*, *114*(5), 1178–1191.

Son, S. H. C., Choi, J. Y., & Kwon, K. A. (2019). Reciprocal associations between inhibitory control and early academic skills: Evidence from a nationally representative sample of head start children. *Early Education and Development*, *30*(4), 456–477.

Spiegel, J. A., Goodrich, J. M., Morris, B. M., Osborne, C. M., & Lonigan, C. J. (2021). Relations between executive functions and academic outcomes in elementary school children: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *147*(4), 329–351.

Sulik, M. J., Finch, J. E., & Obradović, J. (2020). Moving beyond executive functions: Challenge preference as a predictor of academic achievement in elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology*, *198*, 104883.

Tao, G. P., Zhai, L. Y., & Chen, G. H. (2023). Research on the differences of developmental characteristics of different types of inhibitory control in 3~6 years old children. *Psychologies Magazine*, *18*(11), 59–63.

[陶冠澎, 翟璐煜, 陈光华. (2023). 3～6 岁幼儿不同类型的抑制控制发展特点的差异研究. *心理月刊*, *18*(11), 59–63.]

Ten Braak, D., Lenes, R., Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Størksen, I. (2022). Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, *214*, 105306.

Tian, F., Guo, L. P., & Huang, J. (2020). The relationship between family socioeconomic status and children's mathematical achievement: A meta-analysis based on 36 empirical studies. *Studies in Early Childhood Education*, *7*, 50–63.

[田方, 郭力平, 黄瑾. (2020). 家庭社会经济地位与儿童数学成就之间的关系——基于 36 项实证研究的元分析. *学前教育研究*, *7*, 50–63.]

Toll, S. W., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *44*(6), 521–532.

Van Der Ven, S. H. G., Van Der Maas, H. L. J., Straatemeier, M., & Jansen, B. R. J. (2013). Visuospatial working memory and mathematical ability at different ages throughout primary school. *Learning and Individual Differences*, *27*, 182–192.

Wang, C., Jaeggi, S. M., Yang, L., Zhang, T., He, X., Buschkuehl, M., & Zhang, Q. (2019). Narrowing the achievement gap in low-achieving children by targeted executive function training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *63*, 87–95.

Waters, N. E., Ahmed, S. F., Tang, S., Morrison, F. J., & Davis-Kean, P. E. (2021). Pathways from socioeconomic status to early academic achievement: The role of specific executive functions. *Early Childhood Research Quarterly*, *54*, 321–331.

Watson, A. J., & Bell, M. A. (2013). Individual differences in inhibitory control skills at three years of age. *Developmental Neuropsychology*, *38*(1), 1–21.

Wilkey, E. D., Pollack, C., & Price, G. R. (2020). Dyscalculia and typical math achievement are associated with individual differences in number - specific executive function. *Child Development*, *91*(2), 596–619.

Wu, H. R., & Li. L. (2005). Development of chinese rating scale of pupil's mathematic abilities and study on its reliability and validity. *Chinese Journal of Public Health*, *21*(4), 473–475.

[吴汉荣, 李丽. (2005). 小学生数学能力测试量表的编制及信效度检验. *中国公共卫生, 21*(4), 473–475.]

Xie, F., Zhang, L., Chen, X., & Xin, Z. (2020). Is spatial ability related to mathematical ability: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, *32*, 113–155.

Yang, X., Chung, K. K. H., & McBride, C. (2019). Longitudinal contributions of executive functioning and visual-spatial skills to mathematics learning in young Chinese children. *Educational Psychology*, *39*(5), 678–704.

Zhang, Y., Tolmie, A., & Gordon, R. (2022). The relationship between working memory and arithmetic in primary school children: a meta-analysis. *Brain Sciences*, *13*(1), 22.

Zhao, X., Chen, L., & Maes, J. H. (2018). Training and transfer effects of response inhibition training in children and adults. *Developmental Science*, *21*(1), e12511.

Zhao, X., Wang, Y., & Maes, J. H. (2022). The effect of working memory capacity and training on intertemporal decision making in children from low-socioeconomic-status families. *Journal of Experimental Child Psychology*, *216*, 105347.

Zhu, X. L., & Zhao. X. (2023). Role of executive function in mathematical ability of children in different grades. *Acta Psychologica Sinica*, *55*(5), 696–710.

[祝孝亮, 赵鑫. (2023). 执行功能在不同年级儿童数学能力中的作用. *心理学报*, *55*(5), 696–710.]

The role of executive functioning components in the relationship between family socioeconomic status and mathematical abilities: A longitudinal study

Abstract

As a crucial component of cognitive function, mathematical ability plays an essential role in an individual's future development. Previous studies have highlighted significant differences in this ability between children from high and low family socioeconomic backgrounds. Executive functioning are the most reliable factor in explaining this disparity. However, fundamental questions remain about the mediating role of executive functioning in this relationship: (1) The role of specific subcomponents of executive functioning in their relationship. (2) The differences in the impact of socioeconomic status on various mathematical abilities through these executive functioning subcomponents. (3) The variations in the role of executive functioning in the relationship between socioeconomic status and both current and future mathematical abilities. Accordingly, our study explored the impact of socioeconomic status on the second and third graders' mathematical operations, logical reasoning, and spatial imagination abilities, as well as the mediation role of interference inhibition, response inhibition, and working memory.

A total of 185 second-grade students were followed for 20 months in two assessments. At the beginning of second grade, children were assessed on their working memory through forward and backward digit span tasks; their interference inhibition was assessed with the Stroop task; and their response inhibition was assessed via the Go/No-go task. Children's socioeconomic status was assessed using their parents' educational levels, occupational status, and Family Affluence Scale. The Chinese Rating Scale of Pupil's Mathematics Abilities, which included subtests for addition, subtraction, number sequence, length estimation, and cube counting, was utilized to assess the children's mathematical calculation, logical thinking, and spatial imagination abilities. We explored the main effects of socioeconomic status on children's current and future mathematical abilities using structural equation modeling and simultaneously developed multiple mediation models to investigate how executive functioning components mediate these relationships.

The results indicated that the three types of mathematical abilities in second graders showed significant improvement over the 20-month period; socioeconomic status in the second grade directly predicted mathematical abilities at the same grade level; and socioeconomic status could indirectly predict mathematical calculation abilities in the second grade and logical thinking abilities in the third grade through the mediating role of working memory.

It is concluded that the present study extends previous research that has explored the mediation role of executive functioning between socioeconomic status and mathematical ability, demonstrating that working memory is a crucial cognitive factor that contributes to the explanation of this mechanism. It provides a scientific basis for educational and research professionals to develop interventions aimed at enhancing the mathematical abilities of children from lower socioeconomic backgrounds.

Keywords family socioeconomic status, executive functioning, mathematical abilities, lower-grade primary school children, longitudinal study

附 录

问卷一:父母受教育程度和职业

请在符合您实际情况的选项上打“√”或依据您的实际情况填写空格。

1.父亲的受教育程度

① 小学或小学以下　② 初中(含初中未毕业)　③ 高中或中专(含高中未毕业)

④大专(含夜大、电大)　⑤大学本科　⑥研究生(硕士和博士)

2.母亲的受教育程度

① 小学或小学以下　② 初中(含初中未毕业)　③ 高中或中专(含高中未毕业)

④大专(含夜大、电大)　⑤大学本科　⑥研究生(硕士和博士)

3.父亲的职业

（1）临时工、无工作或待业中；　（2）体力劳动者或个体经营者；

（3）生产、运输设备操作人员；　（4）农、林、牧、渔、水利业生产人员；

（5）商业、服务业人员；　（6）公务员或公司职员；

（7）专业技术人员(如教师、医生)；　（8）政府、事业单位或公司管理干部。

4.母亲的职业

（1）临时工、无工作或待业中；　（2）体力劳动者或个体经营者；

（3）生产、运输设备操作人员；　（4）农、林、牧、渔、水利业生产人员；

（5）商业、服务业人员；　（6）公务员或公司职员；

（7）专业技术人员(如教师、医生)；　（8）政府、事业单位或公司管理干部。

问卷二：家庭富裕量表

同学你好！请在符合您实际情况的选项上打“√”

1、你在家里有自己独立的卧室吗?

0=无　1=有

2、你在过去的 12 个月内和家人节假日外出旅行的次数

0=0 次　1=1 次　2=2 次　3=2 次以上

3、你家里有几台电脑（如台式机、笔记本和平板电脑）?

0=0 台　1=1 台　2=2 台　3=2 台以上

4、你家里有几部汽车（如：小轿车、SUV、商务车、面包车、卡车）?

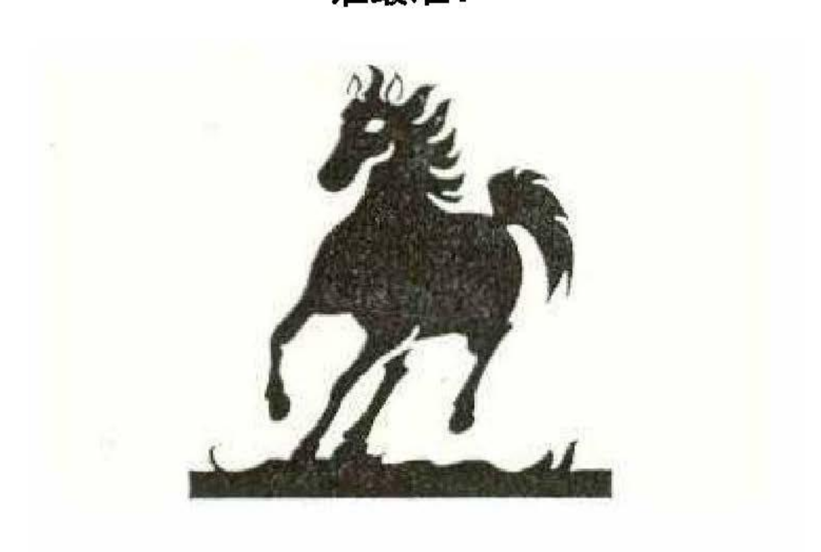
0=0 部　1=1 部　2=2 部或更多

问卷三：《小学生数学基本能力测试量表》

比比看

谁最快

谁最准？



<table>
<tr><td colspan="5">姓名：</td><td colspan="3">班级：</td></tr>
<tr><td colspan="5">年龄： 岁</td><td colspan="3">日期： 年 月 日</td></tr>
<tr><td colspan="5">性别：
男 女</td><td colspan="3">民族：</td></tr>
<tr><td>编号</td><td>SG</td><td>RA</td><td>RS</td><td>ZF</td><td>RM</td><td>RD</td><td>EG</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>GK_r</td><td>GK_f</td><td>LS</td><td>MZ</td><td>WÜ</td><td>ZV</td><td>MS</td><td>CS</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>



总指导语：同学们，今天我们一起来进行一项数学游戏，不是考试，不要紧张，请保持安静。比比看，谁做得又快又好，而且看哪个小朋友最遵守游戏规则。老师先向大家介绍游戏规则：①每个游戏都有时间限制，老师会发出统一的翻页、开始、停止信号，只有等老师说“翻页”时方可翻页，“开始”信号发出后方可作答，“停止”信号发出后必须立即放下铅笔；②每个游戏的题目不必全部作完，前面的题容易些，请你们从前往后做，碰到难题可以不做，接着做下一道题，不要在一道题上花太多的时间；③改正时，请你们用笔在原答案上划一横线，再在旁边写上新的答案。

快速抄写数字

你能照原样写出下列数字吗？比比看谁写的最快？

B1)	3	___
B2)	8	___
B3)	4	___
B4)	9	___

A1)	6	___	A21)	7	___	A41)	3	___
A2)	4	___	A22)	3	___	A42)	7	___
A3)	8	___	A23)	5	___	A43)	6	___
A4)	0	___	A24)	4	___	A44)	4	___
A5)	5	___	A25)	9	___	A45)	8	___
A6)	4	___	A26)	8	___	A46)	2	___
A7)	7	___	A27)	6	___	A47)	9	___
A8)	9	___	A28)	1	___	A48)	1	___
A9)	5	___	A29)	2	___	A49)	5	___
A10)	2	___	A30)	0	___	A50)	0	___
A11)	8	___	A31)	5	___	A51)	6	___
A12)	3	___	A32)	4	___	A52)	5	___
A13)	5	___	A33)	7	___	A53)	4	___
A14)	1	___	A34)	4	___	A54)	9	___
A15)	8	___	A35)	6	___	A55)	1	___
A16)	5	___	A36)	9	___	A56)	3	___
A17)	1	___	A37)	2	___	A57)	7	___
A18)	8	___	A38)	1	___	A58)	2	___
A19)	3	___	A39)	0	___	A59)	8	___
A20)	6	___	A40)	9	___	A60)	0	___



加法计算

你能直接写出下列各题的得数吗？比比看谁最快？

B1)	$3 + 1 =$ ___
B2)	$3 + 3 =$ ___
B3)	$2 + 5 =$ ___

A1)	1 + 6 = ___	A21)	6 + 16 = ___
A2)	4 + 4 = ___	A22)	12 + 12 = ___
A3)	2 + 8 = ___	A23)	17 + 15 = ___
A4)	0 + 7 = ___	A24)	26 + 13 = ___
A5)	5 + 3 = ___	A25)	31 + 51 = ___
A6)	4 + 6 = ___	A26)	19 + 14 = ___
A7)	17 + 0 = ___	A27)	15 + 80 = ___
A8)	9 + 2 = ___	A28)	29 + 29 = ___
A9)	12 + 3 = ___	A29)	16 + 27 = ___
A10)	8 + 10 = ___	A30)	45 + 55 = ___
A11)	7 + 7 = ___	A31)	38 + 15 = ___
A12)	5 + 6 = ___	A32)	29 + 42 = ___
A13)	1 + 17 = ___	A33)	84 + 17 = ___
A14)	13 + 7 = ___	A34)	55 + 28 = ___
A15)	5 + 9 = ___	A35)	77 + 45 = ___
A16)	8 + 7 = ___	A36)	160 + 213 = ___
A17)	6 + 13 = ___	A37)	256 + 464 = ___
A18)	6 + 8 = ___	A38)	177 + 623 = ___
A19)	13 + 8 = ___	A39)	528 + 397 = ___
A20)	9 + 11 = ___	A40)	234 + 567 = ___



减法计算

你能直接写出下列各题的得数吗？比比看谁最快？

B 1)	$3 - 1 =$ ___
B 2)	$3 - 3 =$ ___
B 3)	$5 - 2 =$ ___

A1)	4	-	1	=	___	A21)	20	-	16	=	___
A2)	5	-	3	=	___	A22)	18	-	9	=	___
A3)	8	-	7	=	___	A23)	15	-	8	=	___
A4)	10	-	5	=	___	A24)	23	-	6	=	___
A5)	7	-	3	=	___	A25)	27	-	8	=	___
A6)	6	-	0	=	___	A26)	33	-	11	=	___
A7)	12	-	12	=	___	A27)	50	-	14	=	___
A8)	7	-	5	=	___	A28)	48	-	30	=	___
A9)	14	-	1	=	___	A29)	55	-	25	=	___
A10)	9	-	6	=	___	A30)	73	-	41	=	___
A11)	10	-	3	=	___	A31)	62	-	24	=	___
A12)	12	-	4	=	___	A32)	39	-	22	=	___
A13)	17	-	10	=	___	A33)	84	-	17	=	___
A14)	18	-	7	=	___	A34)	93	-	67	=	___
A15)	20	-	5	=	___	A35)	81	-	45	=	___
A16)	16	-	8	=	___	A36)	120	-	22	=	___
A17)	14	-	9	=	___	A37)	155	-	66	=	___
A18)	13	-	7	=	___	A38)	452	-	395	=	___
A19)	15	-	13	=	___	A39)	631	-	458	=	___
A20)	14	-	7	=	___	A40)	765	-	432	=	___



续写数字

你能按规律填数吗？比比看谁填得又快又好？

B1)	0	3	0	4	0	5	__	__	__
B2)	10	9	8	7	6	5	__	__	__
B3)	7	7	8	8	9	9	__	__	__
B4)	14	14	12	12	10	10	__	__	__

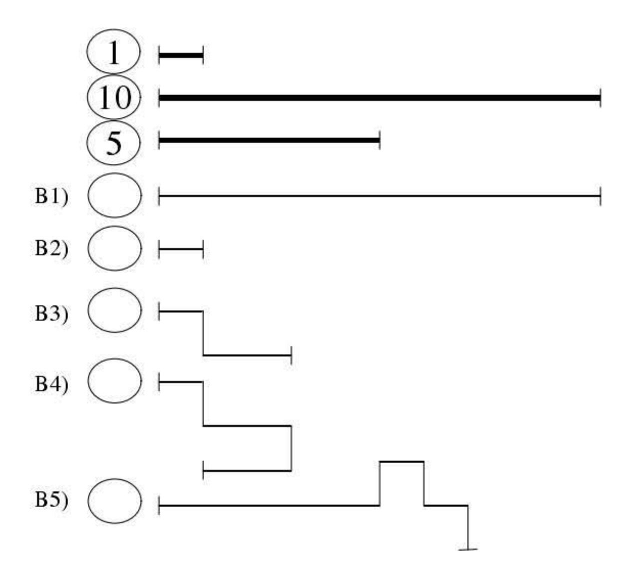
A1)	1	2	1	2	1	2	__	__	__
A2)	16	15	14	13	12	11	__	__	__
A3)	3	3	4	4	5	5	__	__	__
A4)	9	9	9	8	8	8	__	__	__
A5)	4	0	5	0	6	0	__	__	__
A6)	1	1	3	3	5	5	__	__	__
A7)	10	1	9	1	8	1	__	__	__
A8)	2	2	0	3	3	0	__	__	__
A9)	16	14	12	10	8	6	__	__	__
A10)	3	3	4	5	5	6	__	__	__
A11)	1	11	2	12	3	13	__	__	__
A12)	18	18	15	15	12	12	__	__	__
A13)	5	10	6	12	7	14	__	__	__
A14)	5	1	6	2	7	3	__	__	__
A15)	0	1	3	4	6	7	__	__	__
A16)	4	20	5	19	6	18	__	__	__
A17)	1	3	2	4	3	5	__	__	__
A18)	1	2	4	7	11	16	__	__	__
A19)	9	4	13	8	17	12	__	__	__
A20)	8	5	10	7	14	11	__	__	__

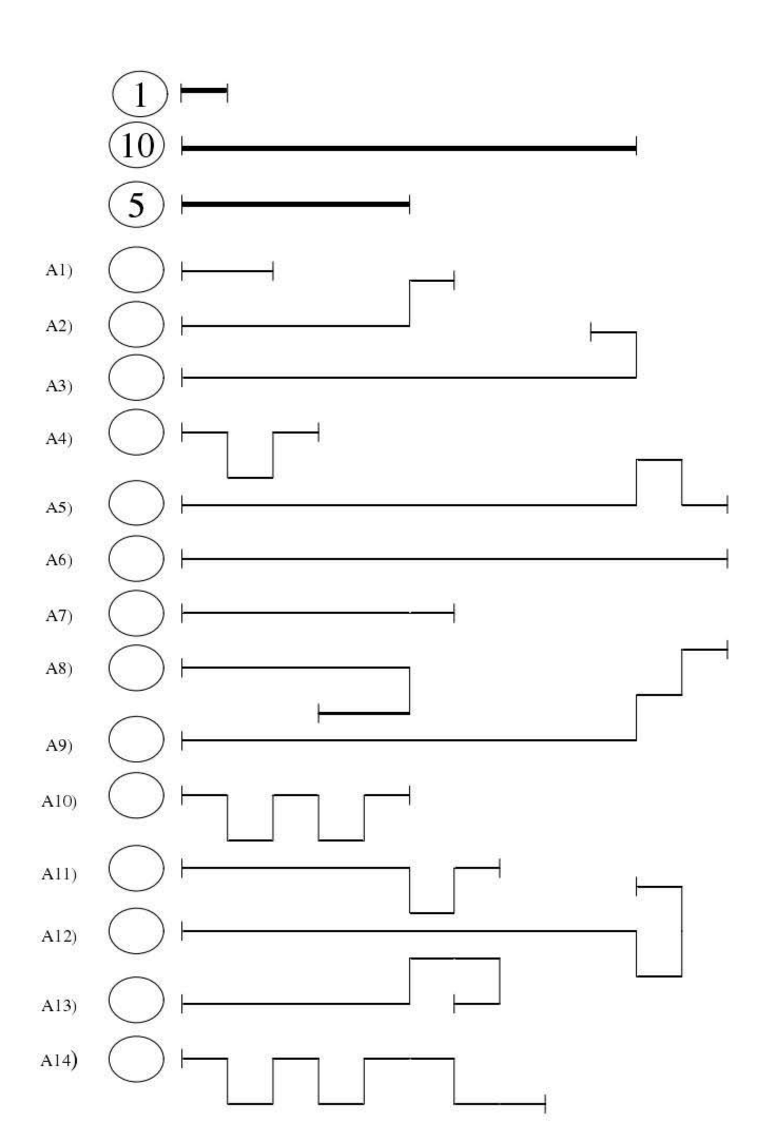


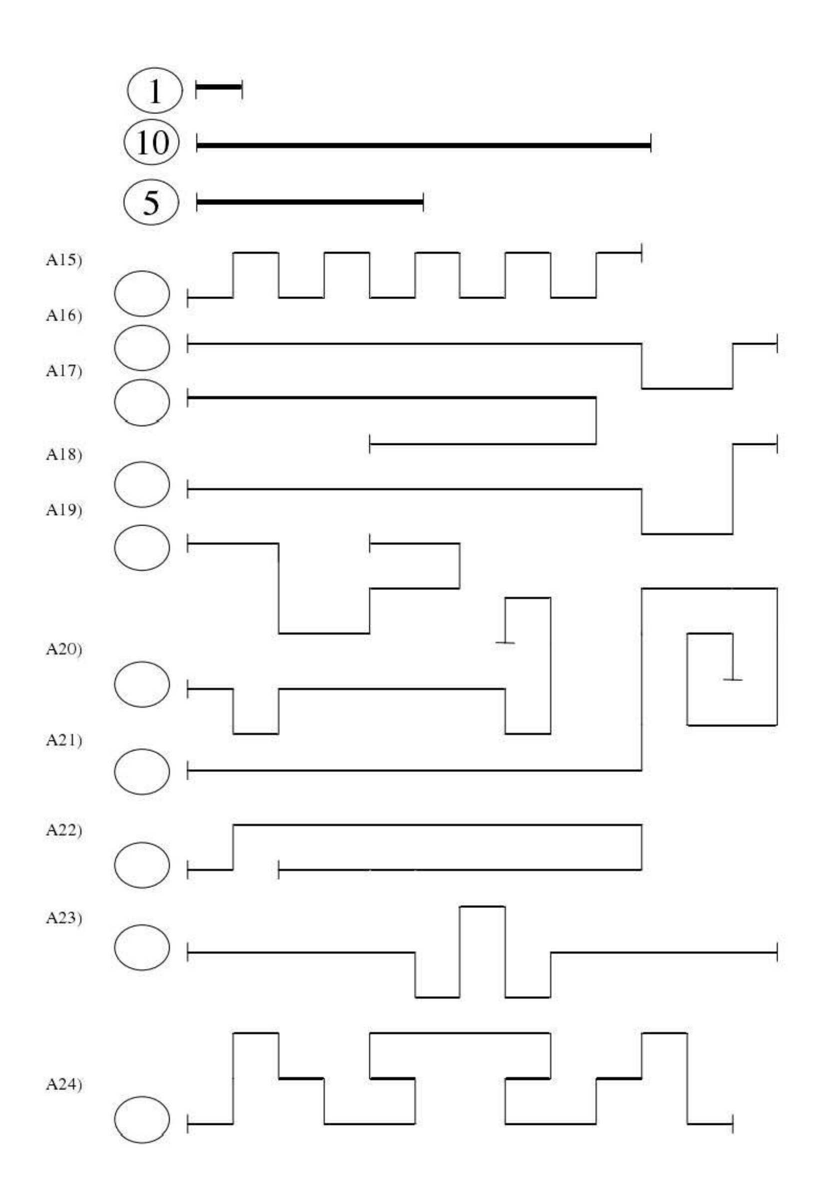
目测长度

第一条线为一步长，第二条线为十步长，第三条线为五步长。

你能根据这三条线段的长短，估计其它线段的长短吗？将答案填在圆圈中。




1
10
5
A1)
A2)
A3)
A4)
A5)
A6)
A7)
A8)
A9)
A10)
A11)
A12)
A13)
A14)

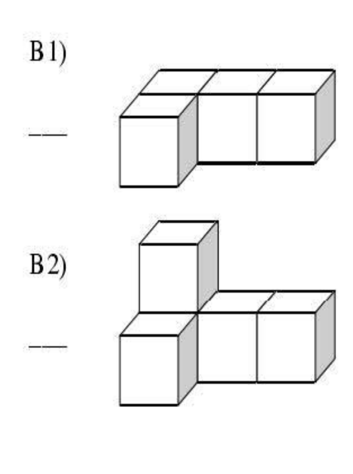


1
10
5
A15)
A16)
A17)
A18)
A19)
A20)
A21)
A22)
A23)
A24)



数一数有多少个方块？

将答案填在横线上。

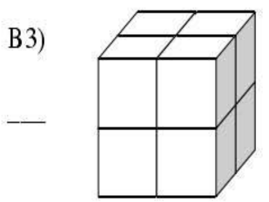


B1)

——

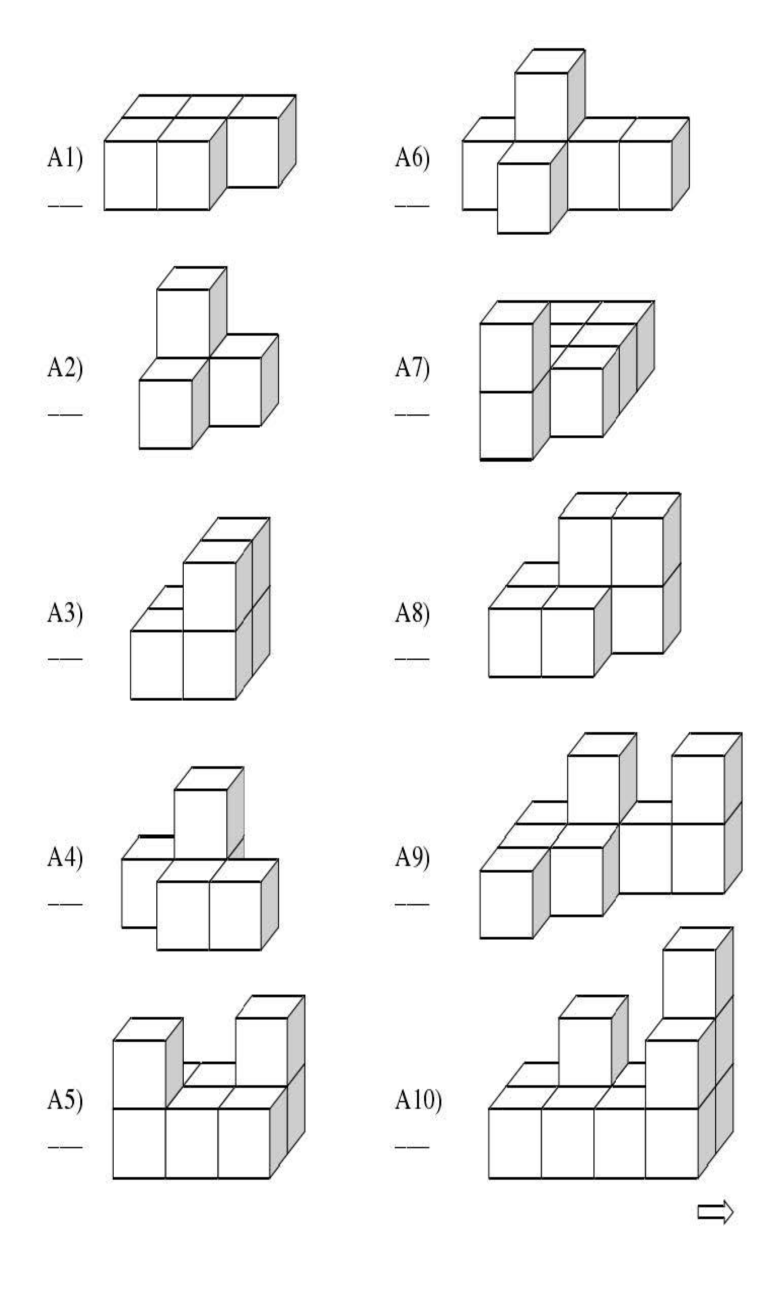
B2)

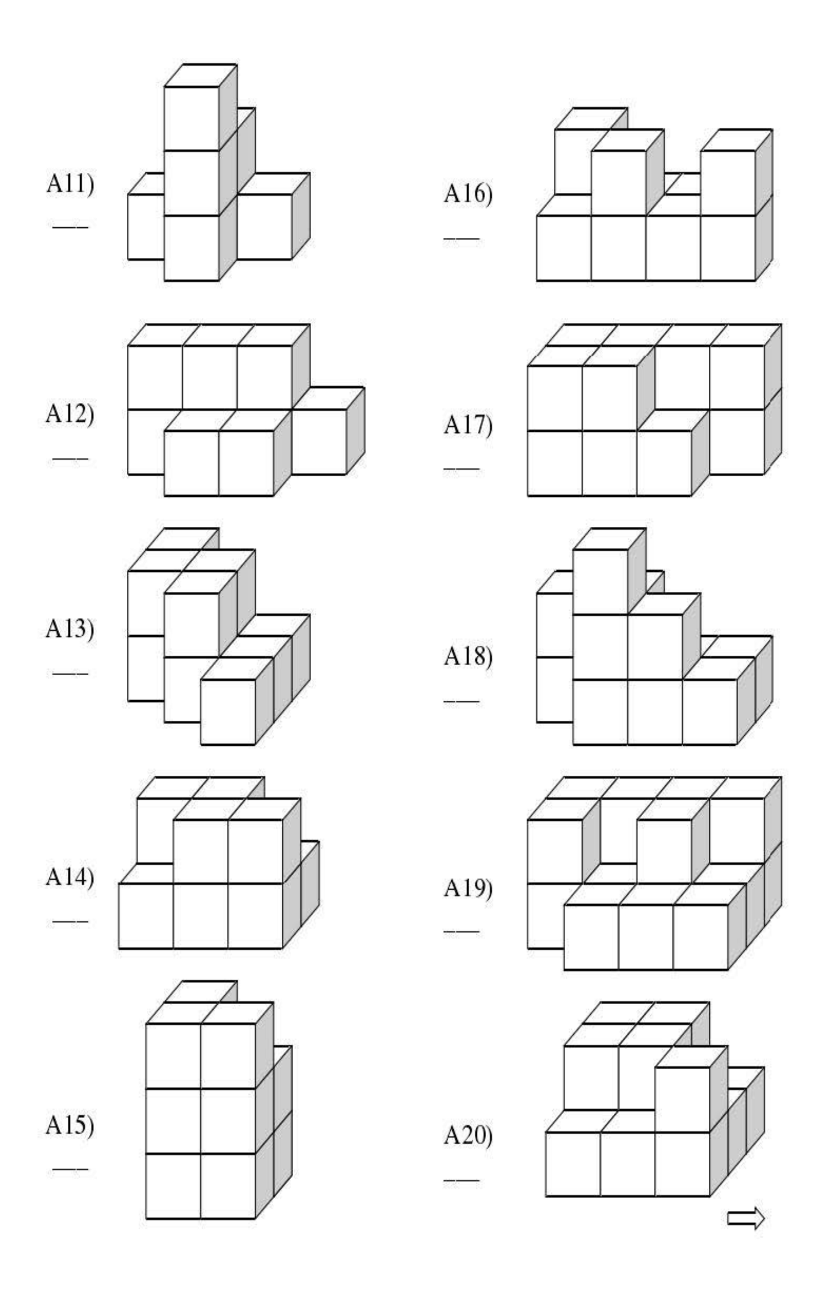
——

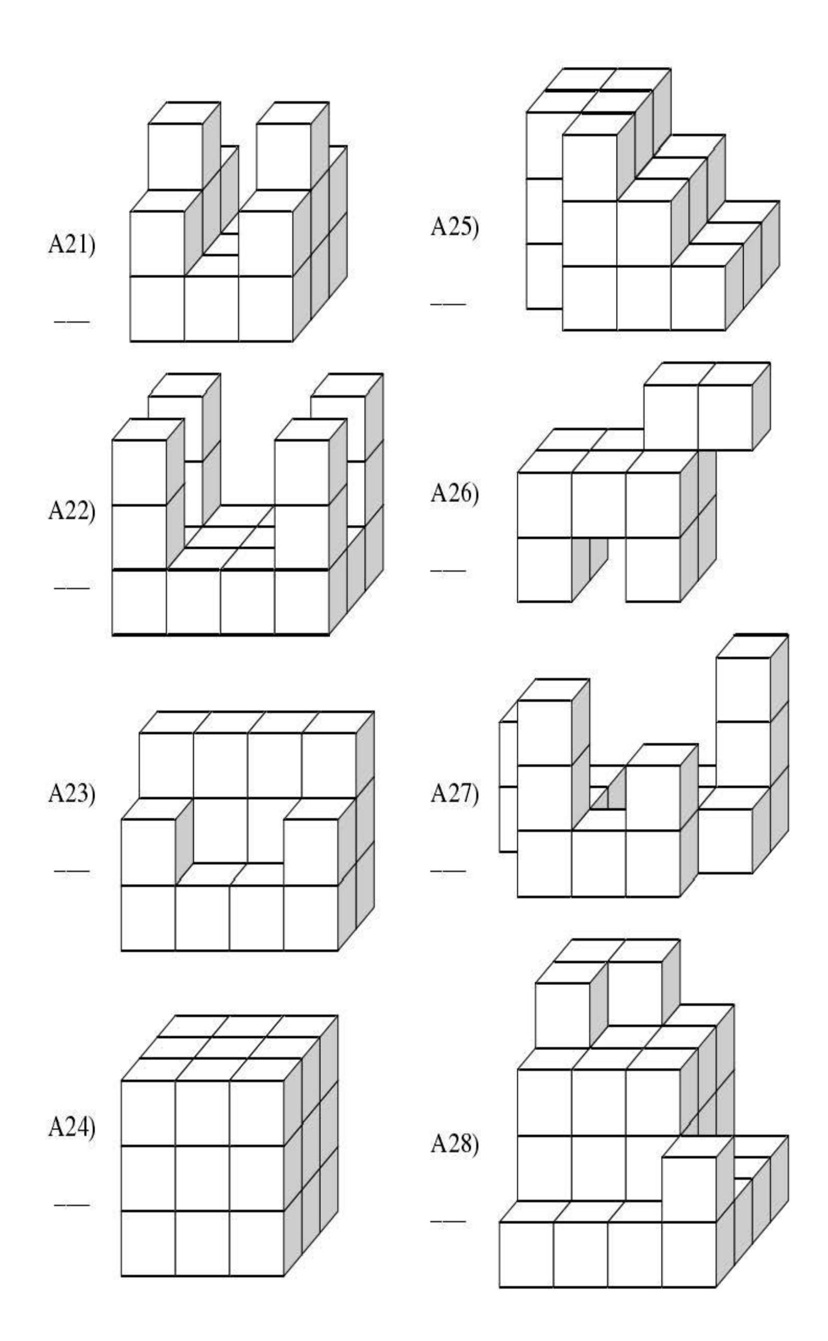


B3)

——


A1)
A2)
A3)
A4)
A5)
A6)
A7)
A8)
A9)
A10)


A11)
A12)
A13)
A14)
A15)
A16)
A17)
A18)
A19)
A20)


A21)
A22)
A23)
A24)
A25)
A26)
A27)
A28)